

## AMBIENTE DIGITAL DE APRENDIZAGEM PROMOTOR DO DESENVOLVIMENTO DO RACIOCÍNIO MATEMÁTICO DE ALUNOS COM PERTURBAÇÕES DO ESPETRO DO AUTISMO

Maria Isabel Santos

Ana Breda

Ana Margarida Almeida

Universidade de Aveiro, Portugal

**Resumo:** A utilização das tecnologias é considerada um meio eficaz para trabalhar conteúdos académicos com alunos com Perturbações do Espectro do Autismo (PEA) possibilitando a criação de ambientes criativos e construtivos onde se podem desenvolver atividades diferenciadas, significativas e de qualidade. Contudo, o desenvolvimento de aplicações tecnológicas para crianças e jovens com PEA continua a merecer pouca atenção, nomeadamente no que respeita à promoção do raciocínio dedutivo, apesar desta ser uma área de grande interesse para indivíduos com esta perturbação. Para os alunos com PEA, o desenvolvimento do raciocínio matemático torna-se crucial, considerando a importância destas competências para o sucesso de uma vida autónoma. Estas evidências revelam o contributo inovador que o ambiente de aprendizagem descrito nesta comunicação poderá dar nesta área. O desenvolvimento deste ambiente começou por uma etapa de criação e validação de um modelo que permitiu especificar e prototipar a solução desenvolvida que oferece modalidades de adaptação dinâmica das atividades propostas ao perfil do utilizador, procurando promover o desenvolvimento do raciocínio matemático (indutivo e dedutivo). Considerando a heterogeneidade das PEA, o ambiente desenvolvido baseia-se em modalidades de adaptação dinâmica e em atividades ajustadas ao perfil dos utilizadores. Nesta comunicação procurámos dar a conhecer o trabalho de investigação já desenvolvido, bem como perspetivar a continuidade do trabalho a desenvolver.

**Palavras-chave:** *Perturbações do Espectro de Autismo; Tecnologias de Informação e Comunicação; Raciocínio Matemático; Inclusão; Acesso*

**Abstract:** The use of technology is considered an effective way to work academic content with students with Autism Spectrum Disorders (ASD) enabling the creation of creative and constructive environments where it can be developed differentiated, meaningful and quality activities. However, the development of technological applications for children and youth with ASD continues to attract little attention, namely the ones regarding the promotion of deductive reasoning, although this is an area of great interest for individuals with this disorder. For students with ASD, the development of mathematical reasoning becomes crucial, considering the importance of these skills for a successful independent living. These evidences show the innovative contribution that the learning environment described in this communication may give in this area. The development of this environment started by a step of creation and validation of a model that allowed the specifying and the prototyping of a solution providing dynamic adaptation modalities of the proposed activities to the user's profile and seeks to promote the development of mathematical reasoning (inductive and deductive). Given the heterogeneity of ASD, the developed environment is based on modalities of dynamic adaptation and in activities adjusted to the user's profile. In this communication we present the research work done till now and give a perspective of the continuity of the work to be done.

**Keywords:** Autism Spectrum Disorders; Information and Communication Technologie; Mathematical Reasoning; Inclusio; Access

## Introdução

A escassez de estudos referentes à aprendizagem de competências académicas complexas, como o caso da resolução de problemas de matemática, e a necessidade premente de investigação do uso de tecnologias para promoção dessas competências em crianças com Perturbações do Espectro do Autismo (PEA) foram recentemente identificadas por Knight, McKissick, e Saunders (2013).

Nesta comunicação apresentamos um projeto em curso que visa a criação e validação de um ambiente digital de aprendizagem com modalidades de adaptação dinâmica das atividades propostas ao utilizador e concebidas no sentido da promoção do desenvolvimento do Raciocínio Matemático (indutivo e dedutivo) em crianças entre os 6 e os 12 anos, diagnosticadas com PEA. O tópico escolhido para as atividades foi o da geometria e a razão é simples, a geometria desenvolve o conhecimento do mundo real, a sua interpretação e descrição visual sendo o berço privilegiado dos raciocínios lógico-dedutivos.

A importância da criação de uma grande diversidade de serviços, aplicações e contextos de uso acessíveis à diversidade de utilizadores advém do atual cenário de disseminação dos recursos digitais e do uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) por parte de um cada vez maior e mais heterogêneo conjunto de utilizadores com diferentes perfis e especificidades (Almeida, 2006). Neste contexto, é necessário oferecer aos utilizadores com Necessidades Educativas Especiais (NEE) um leque variado de produtos e serviços que cubram as suas necessidades e que considerem as suas múltiplas competências, oferecendo meios alternativos de informação, comunicação, mobilidade e manipulação (Bergman & Johnson, 1995; Godinho, s.d.), com a finalidade de reduzir os efeitos das limitações do meio ambiente e proporcionar às pessoas com NEE uma maior igualdade de oportunidades.

É neste enquadramento que se entende que importa valorizar o estudo das especificidades de grupos particulares de utilizadores, considerando fundamental a compreensão dos processos de flexibilização, adaptação, acessibilidade e usabilidade, de modo a apoiar a especificação de estratégias e metodologias flexíveis centradas nas especificidades dos utilizadores (Meiselwitz, Wentz, & Lazar, 2009). A

adaptabilidade de um ambiente de aprendizagem digital constitui uma componente chave para o seu sucesso na interacção com um utilizador com PEA, uma vez que as PEA abrangem um espectro de sintomas variado de acordo com o grau de gravidade, com preferências e necessidades específicas (Pavlov, 2014).

Com base nestes pressupostos, e com a finalidade de promover o raciocínio matemático em crianças com PEA, estamos a desenvolver um ambiente de aprendizagem digital adaptativo, com características específicas ao nível do design de interface, da concepção científico-didática das actividades, da personalização e dos algoritmos que regem a sua adaptabilidade.

## **Enquadramento**

As PEA são consideradas a problemática mais severa com que os profissionais de saúde mental infantil lidam, dadas as suas repercussões em áreas como a socialização, comunicação, aprendizagem e comportamentos restritos e estereotipados. *“Each case is unique, and the ability to define user-tuned content is fundamental to the propagation of adequate work strategies with the children, based on their individual interest”* (da Silva, Gonçalves, Guerreiro, & Silva, 2012, p.1); de facto, tal como mencionado por Khowaja e Salim (2013) as crianças com PEA requerem um esforço suplementar de instrução de um-para-um.

Vários estudos (Bougje, 2001; Chen, 2012; da Silva et al., 2012; Khowaja & Salim, 2013; Ramdoss et al., 2011; Rose & Waite, 2012; Smith, Spooner, & Wood, 2013; Wainer & Ingersoll, 2011) têm demonstrado que a utilização das tecnologias trazem benefícios para o ensino e aprendizagem e para o desenvolvimento das capacidades e competências funcionais de alunos com PEA, ao permitir que estes desenvolvam habilidades num ambiente altamente padronizado, previsível e controlado.

As TIC, ao auxiliarem o processo de ensino e de aprendizagem de alunos com PEA, proporcionam-lhes uma gama de diferentes oportunidades por serem um meio eficaz para apresentar os conteúdos académicos a estes alunos e ao promoverem a criação de ambientes criativos e construtivos nos quais se podem desenvolver atividades diferenciadas, significativas e de qualidade (Burton, Anderson, Prater, & Dyches, 2013). Permitem, ainda, que os alunos com PEA trabalhem de forma independente com o computador e com o mínimo suporte possível, ao seu próprio ritmo e de forma ajustada às suas competências, uma vez que estes muitas vezes se sentem

desconfortáveis em ambientes sociais, bem como melhoram a capacidade de concentração, os comportamentos sociais, as interações com os colegas e a capacidade de resposta e desempenho (Chen, 2012; Goldsmith & LeBlanc, 2004; Panyan, 1984; Wainer & Ingersoll, 2011).

Knight, McKissick, e Saunders (2013) analisaram diversos estudos sobre a utilização das tecnologias para ensinar competências acadêmicas a alunos com PEA. Os resultados mostram que: a utilização das tecnologias no processo de ensino-aprendizagem destes alunos deve ser feita com cautela, ainda que em quase todos os estudos analisados os alunos tenham demonstrado ganhos no desempenho acadêmico; a tecnologia deve ser utilizada em conjunto com as práticas conhecidas como sendo eficazes na sua educação; a correção de “erros” e o reforço em cada atividade devem ser incorporados nas aplicações para máximo benefício; e a utilização da tecnologia para ensinar alunos com PEA deve ser feita numa base individual, cuidadosamente monitorizada, assegurando uma instrução sistemática e a mudança de estratégias quando os alunos não estão a fazer progressos.

### **Raciocínio Matemático**

O desenvolvimento do raciocínio matemático é apontado como um objetivo central do ensino da matemática e os especialistas nesta área alertam para a necessidade de desenvolver essa capacidade nos alunos de forma consistente, recorrendo-se à sua utilização sistemática em diversos contextos (Ponte et al., 2007).

Os autores supracitados ainda referem o raciocínio matemático como a capacidade que envolve a justificação de passos e operações na resolução de tarefas que evolui gradualmente para a formalização, teste de conjecturas e demonstrações.

O “National Council of Teachers of Mathematics” menciona que o raciocínio matemático deve ser desenvolvido criando momentos aos alunos de explorar, investigar, representar, conjecturar, explicar e justificar matematicamente. Este mesmo documento refere ainda que os alunos desenvolvem o raciocínio indutivo e dedutivo através de processos de identificação de regularidades, formulação e verificação de conjecturas, generalização, justificação de propriedades, elaboração de cadeias de raciocínio e argumentação em defesa de um processo de resolução e demonstração (NCTM, 2007).

O raciocínio dedutivo é definido por Ayalon e Even (2010) como um processo de inferir conclusões a partir do conhecimento das premissas com base em regras da lógica formal, não sendo necessário validá-las através de exemplos.

O autor supracitado refere ainda que, durante muitos anos, o ensino da geometria era visto como um modelo para o ensino do raciocínio dedutivo, sendo este um dos principais objetivos do ensino da geometria, o de ajudar os alunos a adquirir esta competência, que como bem refere faz parte da cultura humana.

### **Competências em Matemática e PEA**

São vários os estudos que revelam que alguns indivíduos com PEA têm habilidades matemáticas superiores à média, sendo considerados matematicamente talentosos (McMullen, 2000; Ward & Alar, 2000 cit. Chiang & Lin, 2007a; Iuculano et al., 2014). Por outro lado, existem outras pesquisas que indicam que os indivíduos com PEA têm dificuldades em tarefas matemáticas, especialmente na resolução de problemas (Myles & Simpson, 2003 cit. Chiang & Lin, 2007). Burton, Anderson, Prater e Dyches (2013) revelaram, no seu estudo, que a utilização de tecnologias pode ser um meio eficaz para apresentar conteúdos académicos a alunos com PEA

Galitsky (2013) analisou diversas formas de raciocínio autista sobre a ação, tempo, espaço e probabilidades e descobriu que as capacidades de raciocínio dedutivo de sujeitos com autismo são mais fortes do que as do seu raciocínio indutivo, abdutivo e formas de raciocínio analógico.

De acordo com Donaldson e Koffler (2010), os alunos com PEA podem apresentar dificuldades na coordenação visuo-espacial, o que pode levar a dificuldades na aquisição de competências em matemática, e muito em particular em geometria, e frustrações em situações de aprendizagem relacionados. Os mesmos autores também mencionam que os alunos com esta perturbação apresentam dificuldades de matemática semelhantes aos alunos com dificuldades de aprendizagem não verbal, em recordar o procedimento operativo inerente à resolução da equação, organizar a informação e entender os enunciados em problemas não procedimentais. Estas dificuldades estão relacionadas com "basic problems in visuospatial organizational skills, psychomotor coordination, complex tactile-perceptual skills, reasoning, concept formation, mechanical arithmetic, and scientific reasoning, all of which would substantially undermine a student's capacity to acquire new skills and concepts in

mathematics” (Spreen, Risser, & Edgell, 1995, cited by Donaldson & Koffler, 2010, p.42).

Num estudo recente elaborado por Luculano et al. (2014) foram analisadas as competências matemáticas em 18 crianças com PEA e em 18 crianças com desenvolvimento típico utilizando avaliações cognitivas e imagens cerebrais. Os resultados mostraram que as crianças com PEA apresentam melhores competências ao nível das medidas padronizadas na resolução de problemas numéricos, mas não no raciocínio matemático não procedimental. Foi também detetado que as crianças com PEA possuem padrões únicos de organização do cérebro para o processamento da informação matemática.

A investigação do uso das tecnologias e a pesquisa de estratégias que promovam o raciocínio matemático em crianças com PEA não tem merecido muita atenção pela comunidade científica, nomeadamente as destinadas à promoção do raciocínio dedutivo. A constatação da parca pesquisa nesta área revela o contributo forte e inovador que este projeto materializa.

## **Metodologia**

Considerando a finalidade do estudo aqui relatado, as opções metodológicas que enquadram esta investigação são a prototipagem, a metodologia de desenvolvimento, como referencial metodológico, e os estudos de caso, num cenário de convergência multidisciplinar de metodologias, sendo que o principal instrumento metodológico será o protótipo. Devido à sua natureza exploratória, a investigação segue um processo de refinamentos sucessivos e evoluções do protótipo, a partir de uma base teórica enriquecida por uma análise qualitativa dos requisitos e dos resultados obtidos nas sessões de exploração do protótipo que ocorrem ao longo do tempo (Van der Maren, 1996).

A seleção dos participantes para o estudo obedeceu aos seguintes critérios: (1) crianças diagnosticadas com PEA; (2) idades compreendidas entre 6-12 anos; (3) não ter outra patologia associada e (4) crianças com a autorização confirmada para a participação no estudo, por parte dos encarregados de educação.

Na procura de aprofundar o estudo das especificidades e necessidades de sujeitos com PEA, para além do estudo teórico efetuado, na primeira fase foram realizadas entrevistas a profissionais de saúde, professoras de educação especial que dão apoio

a alunos com esta perturbação e a um jovem com PEA. Após as entrevistas, desenvolvemos um estudo preliminar composto por duas etapas: a primeira etapa incluiu o levantamento de casos de crianças com PEA de uma escola de referência para alunos com PEA do distrito de Aveiro (Portugal) e a segunda etapa incluiu sessões de atividades exploratórias com as crianças com PEA que frequentavam o 1.º ou 2.º ciclos do Ensino Básico. Nestas sessões exploratórias foi proposto um conjunto de atividades de acordo com os Programas Educativos Individuais (PEI) de cada aluno. Os resultados obtidos no estudo preliminar deram orientações para identificar as principais características do ambiente digital e especificar o modelo conceitual do protótipo a desenvolver (Santos, Breda, & Almeida, 2015).

A prototipagem do ambiente digital protótipo LEMA (Learning Environment on Mathematics for Autistic Children) foi realizada com base na coletânea de atividades desenvolvidas de acordo com os perfis funcionais dos alunos seleccionados para o estudo, no fluxograma das atividades, no algoritmo adaptativo e na literatura científica. Durante o período de prototipagem e ajuste das soluções técnicas seguiu-se uma abordagem de metodologia de desenvolvimento, no sentido de garantir que, à medida que o projeto é desenvolvido, se vá verificando a funcionalidade, a acessibilidade e a adequabilidade científico-pedagógica deste e se procedam às correções e adaptações necessárias (Van der Maren, 1996).

De notar que a tarefa de implementação técnica do protótipo tem vindo a ser assegurada por uma equipa multidisciplinar (editores de conteúdos, programadores e designers) e que está atualmente afeta ao Projeto Geometrix (<http://geometrix.web.ua.pt/>), sedado no Departamento de Matemática da Universidade de Aveiro.

Salienta-se ainda que este é um estudo exploratório suportado por uma equipa multidisciplinar envolvendo diferentes agentes (crianças/jovens com autismo, famílias, profissionais de saúde, professores e investigadoras), que procura, numa primeira fase, construir um protótipo com características de adaptação dinâmica às necessidades dos utilizadores e, numa segunda fase, lançar pistas relativamente à aferição do impacto deste na consolidação das aprendizagens de alunos com autismo.

## **Resultados do estudo preliminar**

O estudo preliminar (Santos, Breda, & Almeida, 2015) permitiu-nos concluir que os participantes apresentam raciocínio matemático pouco estruturado ou nulo e muito fraca percepção visuo-espacial (2D-3D-2D). Observámos também que a capacidade de resolver problemas que envolvam maior capacidade de abstração e justificação (raciocínio dedutivo) carece de ser trabalhada com estes alunos, nomeadamente no domínio da Geometria e Medida. Estes resultados reforçam a importância do desenvolvimento de um ambiente digital para alunos com PEA, especificamente orientado para promover essas competências.

## **Estado atual dos trabalhos**

A presente investigação encontra-se na fase de teste e avaliação do LEMA, prevendo-se a realização, a curto prazo, de sessões periódicas com 4 estudos de caso e com os professores que com estes trabalham, de modo a verificar a adequação científico-pedagógica das atividades já prototipadas.

As atividades foram prototipadas com base nos resultados obtidos no estudo preliminar efetuado. Estas têm o seu enfoque em tópicos geométricos, tais como: figuras geométricas bidimensionais, sólidos geométricos, área e perímetro de figuras planas, e isometrias do plano. O processo de implementação de cada uma das atividades integrou a estruturação e programação das funções de manipulação direta de itens visuais, nomeadamente: seleção de itens, entrada de dados (simples ou para justificar a resposta), ligação de itens, ítems arrastáveis, clicar sobre itens e observação de vídeos. Para além da ilustração simples e cuidada dos layouts de cada atividade, foram também incorporados feedbacks de reforço automáticos com animações visuais e sonoras e em algumas atividades incorporaram-se feedbacks tutoriais.

Esta fase culmina com a análise e discussão dos dados recolhidos durante a aferição e as implicações para o reajustamento do LEMA.

## **Continuidade dos trabalhos**

Após a análise e discussão dos dados recolhidos far-se-á, caso necessário, um reajustamento ao protótipo e consequente validação do mesmo. Na fase da validação



do protótipo serão, novamente, realizadas sessões periódicas com a participação dos utilizadores-finais. Estas sessões terão um enquadramento temporal longitudinal por forma a garantir uma recolha de dados consistente e uma análise de resultados que permita lançar pistas sobre o efetivo impacto da utilização do protótipo na consolidação das aprendizagens na área da matemática por parte de crianças com PEA.

Pretende-se que o ambiente digital de aprendizagem proposto possa apoiar os educadores na melhoria de conceitos e competências matemáticas, principalmente ao nível do raciocínio dedutivo e que este seja personalizável. Este desígnio de personalização implica que, de acordo com as necessidades de aprendizagem, capacidades e estilos de aprendizagem, o ambiente ajuste dinamicamente o nível de dificuldades e as instruções das atividades, proporcionando a autoconstrução do conhecimento através de feedback automático (tutorial e formativo), orientado para a aprendizagem e reforço (Narciss, 2013).

Esperamos que o ambiente digital que está a ser desenvolvido possa revelar-se um instrumento pedagógico capaz de se adaptar dinamicamente às necessidades individuais dos alunos com autismo, garantindo desta forma o acesso e equidade ao processo de ensino e aprendizagem, e que constitua um poderoso instrumento de apoio a professores e educadores. Espera-se, também, fomentar novas possibilidades e estratégias educativas, bem como melhorar as competências matemáticas, essencialmente ao nível do raciocínio dedutivo, dos alunos com PEA, preparando a sua transição para uma vida ativa e inclusiva.

## Referências

- Almeida, A. M. P. (2006). Tecnologias da comunicação no apoio aos sujeitos com défice cognitivo. Aveiro: Tese de Doutoramento em Ciências e Tecnologia da Comunicação da Universidade de Aveiro.
- Ayalon, M., & Even, R. (2010). Mathematics educators ' views on the role of mathematics learning in developing deductive reasoning, (March), 1131–1154.
- Bergman, E., & Johnson, E. (1995). Towards accessible human-computer interaction. ... in *Human-Computer Interaction*. Retrieved from [http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=NbXD7KycfOkC&oi=fnd&pg=PA87&dq=Towards+accessible+human-computer+interaction&ots=YcP\\_b0cL4v&sig=y8VYcvq\\_C5S-hBKtwujZL6\\_QJXQ](http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=NbXD7KycfOkC&oi=fnd&pg=PA87&dq=Towards+accessible+human-computer+interaction&ots=YcP_b0cL4v&sig=y8VYcvq_C5S-hBKtwujZL6_QJXQ)

- Bougie, T. (2001). The Impact of New Technologies on the Quality of Life of Persons with Disabilities. Consultancy Report to the Committee of experts on the impact of new technologies on the quality of life of persons with disabilities. Report P-SG (99) 35.5, Council of Europe, Strasbourg.
- Burton, C., Anderson, D., Prater, M., & Dyches, T. (2013). Video Self-Modeling on an iPad to Teach Functional Math Skills to Adolescents With Autism and Intellectual Disability. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*. Retrieved from <http://foa.sagepub.com/content/early/2013/03/04/1088357613478829.abstract>
- Chen, W. (2012). Multitouch Tabletop Technology for People with Autism Spectrum Disorder: A Review of the Literature. *Procedia Computer Science*, 14(1877), 198–207. doi:10.1016/j.procs.2012.10.023
- Chiang, H., & Lin, Y. (2007). Mathematical ability of students with Asperger syndrome and high-functioning autism A review of literature. *Autism*, 11(6), 547–56. doi:10.1177/1362361307083259
- Da Silva, M. L., Gonçalves, D., Guerreiro, T., & Silva, H. (2012). A Web-based Application to Address Individual Interests of Children with Autism Spectrum Disorders. *Procedia Computer Science*, 14(Dsai), 20–27. doi:10.1016/j.procs.2012.10.003
- Donaldson, J., & Koffler, M. (2010). Mathematics interventions for students with high functioning autism/asperger's syndrome. *Teaching Exceptional Children*, 42(6), 40–46. Retrieved from <http://cec.metapress.com/index/J6257Q6Q6549Q381.pdf>
- Galitsky, B. (2013). A computational simulation tool for training autistic reasoning about mental attitudes. *Knowledge-Based Systems*, 50, 25–43. doi:10.1016/j.knosys.2013.04.018
- Godinho, F. (n.d.). Centro de Engenharia de Reabilitação e Acessibilidade: Prescrições mínimas de ergonomia para a acessibilidade, segurança e saúde na utilização no software no trabalho. Vila Real. Retrieved from <http://www.acessibilidade.net/software/>
- Goldsmith, T., & LeBlanc, L. (2004). Use of Technology in Interventions for Children with Autism. *Journal of Early and Intensive Behavior Intervention*. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.95.4813&rep=rep1&type=pdf&embedded=true>
- Iuculano, T., Rosenberg-Lee, M., Supekar, K., Lynch, C. J., Khouzam, A., Phillips, J., ... Menon, V. (2014). Brain organization underlying superior mathematical

- abilities in children with autism. *Biological Psychiatry*, 75(3), 223–30.  
doi:10.1016/j.biopsych.2013.06.018
- Khowaja, K., & Salim, S. S. (2013). A systematic review of strategies and computer-based intervention (CBI) for reading comprehension of children with autism. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 7(9), 1111–1121.  
doi:10.1016/j.rasd.2013.05.009
- Knight, V., McKissick, B. R., & Saunders, A. (2013). A review of technology-based interventions to teach academic skills to students with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43(11), 2628–48.  
doi:10.1007/s10803-013-1814-y
- Meiselwitz, G., Wentz, B., & Lazar, J. (2009). Universal Usability: Past, Present, and Future. *Foundations and Trends® in Human–Computer Interaction*, 3(4), 213–333. doi:10.1561/11000000029
- Narciss, S. (2013). Designing and Evaluating Tutoring Feedback Strategies for digital learning environments on the basis of the Interactive Tutoring Feedback Model. *Digital Education Review*, (23), 7–26. Retrieved from  
<http://greav.ub.edu/Der/index.php/der/article/viewArticle/232>
- NCTM. (2007). *Princípios e normas para a Matemática escolar*. Lisboa: APM.
- Panyan, M. V. (1984). Computer technology for autistic students. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 14(4), 375–82. Retrieved from  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6549182>
- Pavlov, N. (2014). User Interface for People with Autism Spectrum Disorders. *Journal of Software Engineering & Applications*, 2014(February), 128–134. Retrieved from  
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=19453116&AN=94783335&h=4IVo5OUs96+hk0cbqPOO1lqj9/WWpwxJxt79W771/exgw+9J2MgKkdFFqfYYAt7mc45oJ1FcUZTgC95Xh3+f+g==&crl=c>
- Ponte, J., Serrazina, M., Guimarães, H., Breda, A., Guimarães, F., Sousa, H., ... Oliveira, P. (2007). Programa de matemática do ensino básico. Retrieved from  
<http://repositorio.ipv.pt/handle/10400.19/1155>
- Ramdoss, S., Mulloy, A., Lang, R., O'Reilly, M., Sigafoos, J., Lancioni, G., ... El Zein, F. (2011). Use of computer-based interventions to improve literacy skills in students with autism spectrum disorders: A systematic review. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 5(4), 1306–1318. doi:10.1016/j.rasd.2011.03.004

- Rose, I., & Waite, L. (2012). Editorial and Commentary: Mediating disability in the digital era: disability, technology and equality. *Journal of Research in Special Educational Needs*, 12(4), 189–191. doi:10.1111/j.1471-3802.2012.01259.x
- Santos, M. I., Breda, A., & Almeida, A. M. (2015). Brief Report: Preliminary Proposal of a Conceptual Model of a Digital Environment for Developing Mathematical Reasoning in Students with Autism Spectrum Disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. doi:10.1007/s10803-015-2414-9
- Smith, B., Spooner, F., & Wood, C. (2013). Using embedded computer-assisted explicit instruction to teach science to students with autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 7, 433–443. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1750946712001419>
- Van der Maren, J. M. (1996). *Méthodes de recherche pour l'éducation*. Collection Méthodes en Sciences Humaines. Bruxelles. DeBoeck Université. 2<sup>a</sup> Ed. Retrieved from <http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=exDXcFIZDG4C&oi=fnd&pg=PA5&dq=Méthodes+de+recherche+pour+l'éducation&ots=7vugiSyY3x&sig=3Tb1ZlP7C-g-TeWOllJnzvUTWyQ>
- Wainer, A., & Ingersoll, B. (2011). The use of innovative computer technology for teaching social communication to individuals with autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S175094671000125X>

## Reconhecimento

This work was supported in part by Portuguese funds through the CIDMA – Center for Research and Development in Mathematics and Applications, and the Portuguese Foundation for Science and Technology (“FCT-Fundação para a Ciência e a Tecnologia”), within project PEst-OE/MAT/UI4106/2014. D. Kapanadze is supported by Shota Rustaveli National Science Foundation within grant FR/6/5-101/12 with the number 31/39"